

SLIDING MEMBER WITH HARD CARBON FILM

Publication number: JP2001316686

Publication date: 2001-11-16

Inventor: MIYAKE SHOJIRO; YASUDA YOSHITERU; MABUCHI YUTAKA

Applicant: MIYAKE SHOJIRO; NISSAN MOTOR

Classification:

- international: *F01L1/14; C10M103/02; C10M103/04; C10M135/04; C10M135/06; C10M135/18; C10M135/20; C10M137/10; C23C14/06; C23C16/27; F01L1/20; F16C33/12; F16C33/24; C10N10/04; C10N10/06; C10N10/08; C10N10/10; C10N10/12; C10N10/14; C10N10/16; C10N30/06; C10N40/02; C10N40/04; C10N40/25; F01L1/14; C10M103/00; C10M135/00; C10M137/00; C23C14/06; C23C16/26; F01L1/20; F16C33/04; (IPC1-7); C10M103/02; C10M103/04; C10M135/04; C10M135/06; C10M135/18; C10M135/20; C10M137/10; C23C14/06; C23C16/27; F01L1/14; F01L1/20; F16C33/12; F16C33/24; C10N10/04; C10N10/06; C10N10/08; C10N10/10; C10N10/12; C10N10/14; C10N10/16; C10N30/06; C10N40/02; C10N40/04; C10N40/25*

- European:

Application number: JP20000131750 20000428

Priority number(s): JP20000131750 20000428

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2001316686

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sliding member with a hard carbon film excellent in low friction and low abrasion in a lubricating oil. **SOLUTION:** This sliding member with a hard carbon film used in a lubricating oil is prepared by forming a hard carbon film 12 on a backing 11, wherein at least the surface layer of the film 12 contains 5-70 atm.% of at least one metal element selected from the group consisting of group IIb, III, IV, Va, VIa, VIIa and VIII elements in the periodic table.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-316686

(P2001-316686A)

(43)公開日 平成13年11月16日(2001.11.16)

P04NM-131C1Y

(51) Int.Cl.⁷

C 10 M 103/02
103/04
135/04
135/06
135/18

識別記号

F I

C 10 M 103/02
103/04
135/04
135/06
135/18

テ-マコ-ト*(参考)
Z 3 G 0 1 6
3 J 0 1 1
4 H 1 0 4
4 K 0 2 9
4 K 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-131750(P2000-131750)

(22)出願日 平成12年4月28日(2000.4.28)

(71)出願人 593178650

三宅 正二郎

東京都羽村市五ノ神3-1-38

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 三宅 正二郎

東京都羽村市五ノ神3-1-38

(72)発明者 保田芳輝

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

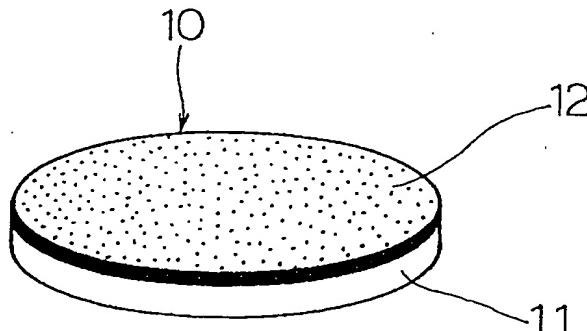
最終頁に続く

(54)【発明の名称】硬質炭素皮膜摺動部材

(57)【要約】

【課題】潤滑油中での低摩擦性能と耐摩耗性に優れた硬質炭素皮膜摺動部材を提供する。

【解決手段】基材11の上に硬質炭素皮膜12を形成しあつ潤滑油中で使用される硬質炭素皮膜摺動部材において、少なくとも表面層に元素周期律表の第IIb, III, IVa, Va, VIa, VIIaおよびVII族のうちから選ばれる少なくとも1種の金属元素を5~70at%含むものとした硬質炭素皮膜摺動部材。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 潤滑油中で使用される硬質炭素皮膜摺動部材において、少なくとも表面層に元素周期律表の第 I Ib, III, IV, Va, VIa, VIIa および VII 族のうちから選ばれる少なくとも 1 種の金属元素を 5 ~ 70 at % 含むことを特徴とする硬質炭素皮膜摺動部材。

【請求項 2】 金属元素の含有量が 25 ~ 60 at % の範囲であることを特徴とする請求項 1 に記載の硬質炭素皮膜摺動部材。

【請求項 3】 金属元素がモリブデン (Mo), タングステン (W), ニオブ (Nb), チタン (Ti) および鉄 (Fe) のうちから選ばれることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の硬質炭素皮膜摺動部材。

【請求項 4】 硬質炭素皮膜摺動部材を構成する硬質炭素皮膜がスパッタリング、プラズマ CVD あるいはイオンプレーティングにより作製されたダイヤモンドライクカーボン膜 (アモルファスカーボン膜) であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の硬質炭素皮膜摺動部材。

【請求項 5】 硬質炭素皮膜の厚さが 0.5 μm 以上 10 μm 以下であり、表面粗さが Ra 0.1 μm 以下でかつ表面硬度が Hv 1000 以上であることを特徴とする請求項 4 に記載の硬質炭素皮膜摺動部材。

【請求項 6】 金属元素の含有量が 25 ~ 60 at % であり、硬質炭素皮膜の厚さが 0.5 μm 以上 10 μm 以下であり、表面粗さが Ra 0.1 μm 以下でかつ表面硬度が Hv 1000 以上であり、金属元素がモリブデン (Mo) であって硬質炭素皮膜摺動部材を構成する硬質炭素皮膜がイオンプレーティングにより作製されたダイヤモンドライクカーボン膜 (アモルファスカーボン膜) であることを特徴とする請求項 1 に記載の硬質炭素皮膜摺動部材。

【請求項 7】 内燃機関の動弁機構のアジャスティングシムあるいはバルブリフターに用いられることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の硬質炭素皮膜摺動部材。

【請求項 8】 鉛油および合成油を基油とし、モリブデンジオカーバメートをモリブデン量として 50 ~ 1000 ppm, ジチオリン酸亜鉛をリン量として 0.01 ~ 0.2 wt % 含む潤滑油中で使用されることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の硬質炭素皮膜摺動部材。

【請求項 9】 鉛油および合成油を基油とし、硫化油脂、ポリサルファイド、硫化オレフィンなどのいおう (S) 系添加剤を含み、そのいおう (S) 成分の含有量が 0.2 wt % 以上である潤滑油中で使用されることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の硬質炭素皮膜摺動部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、硬質炭素皮膜摺動部材、特に、エンジンオイル、トランスミッションオイル等の潤滑油中で使用される低摩擦な硬質炭素皮膜摺動部材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】硬質炭素皮膜は、アモルファス状の炭素膜あるいは水素化炭素膜で、a-C : H (アモルファスカーボンまたは水素化アモルファスカーボン), i-C (アイカーボン), DLC (ダイヤモンドライクカーボンまたはディーエルシー) とも呼ばれている。

【0003】その形成には、炭化水素ガスをプラズマ分解して成膜するプラズマ CVD 法や、炭素、炭化水素イオンを用いるイオンビーム蒸着法等の気相合成法や、グラファイト等をアーク放電により蒸発させ成膜するイオンプレーティング法、などが用いられる。

【0004】硬質炭素皮膜は高硬度で、表面が平滑で耐摩擦性に優れ、その固体潤滑性から低摩擦係数で優れた低摩擦性能を有している。そして、通常の平滑な鋼材表面の摩擦係数が無潤滑下で 0.5 ~ 1.0 であるのに対し、硬質炭素膜は無潤滑下での摩擦係数が 0.1 程度である。

【0005】現在、これらの優れた特性を活かして、ドリル刃をはじめとする切削工具、研削工具等の加工治具や塑性加工用金型、バルブコックやキャプスタンローラのような無潤滑下での摺動部品等への応用が図られている。

【0006】また、潤滑油中で摺動する内燃機関などの機械部品においても、エネルギー消費や環境問題の面からできるだけ機械損失を低減したいという要求が高まっており、特に、摩擦損失の大きい摺動条件の厳しい部位で、これらの固体潤滑性を有する硬質炭素皮膜による低摩擦化が望まれている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の上記硬質炭素膜を摺動部品にコーティングし、エンジン油やトランスミッション油等の潤滑油中で摺動させた場合、その平滑性からある程度の低摩擦とはなるが、他の固体潤滑性を有していない硬質の皮膜処理をした摺動部材、たとえば窒化チタン (TiN) や窒化クロム (CrN) イオンプレーティング皮膜処理を施した摺動部材と同等の低摩擦性能しか示さないという問題点が明らかになった。すなわち、従来の硬質炭素皮膜処理された摺動部材では、無潤滑下で固体潤滑性があるにもかかわらず、同等の表面粗さの固体潤滑性を有しない皮膜処理摺動部材や超仕上げ加工された鋼製部品と同等の摩擦性能しか示さないという問題が明らかになった。

【0008】たとえば、潤滑油中で 3/8 インチボール 3 個を 1 kgf の荷重で押し付け、0.03 m/sec の相対速度で滑らせた場合、硬質炭素膜であるダイヤモ

ンドライカーボンの摩擦係数は0.10～0.12で、同等の表面粗さで皮膜処理をしない鉄鋼材や、あるいは、窒化クロム(CrN)イオンプレーティング処理膜と潤滑油中では同等の摩擦係数である。

【0009】一般に、エンジンオイルやトランスミッションオイル等には耐摩耗性向上や摩擦特性向上を目的として種々の極圧添加剤が添加されており、これらの添加剤は金属、主に鉄鋼製摺動部材の表面に吸着あるいは摺動によって摺動部位表面に添加剤の反応生成物を生成することによって、摩擦を低下させたり、金属同士の接触を抑制し耐摩耗性を向上する効果を狙って添加してある。

【0010】ところが、このような添加剤を含む潤滑油中にあってはプラズマCVD法等により処理された従来の硬質炭素皮膜摺動部材では、表面が安定で、皮膜を施さない金属表面に比べてオイル添加剤の吸着や添加剤反応膜形成が生じにくく、添加剤の持つ性能を十分に引き出せないことが判った。

【0011】

【発明の目的】本発明は、これらの問題点に着目してなされたものであり、炭素皮膜中の特定の金属含有量が5～70at%である硬質炭素皮膜を処理した摺動部材とすることで、潤滑油中でもその固体潤滑性が有効に働き、低摩擦で耐摩耗性に優れた摺動部材を提供することを目的としている。

【0012】

【問題を解決するための手段】上記目的を達成するため鋭意研究した結果、硬質炭素皮膜における特定の金属元素含有量が5～70at%含む構成としたことにより、潤滑油中の低摩擦性能を実現可能とした。

【0013】この潤滑油中の硬質炭素皮膜の摩擦特性については報告がほとんど無く、不明な点が多くあった訳であるが、本発明では硬質炭素皮膜に含まれる特定金属元素濃度の潤滑油中の摩擦特性に及ぼす影響について明らかにし、潤滑油中で低摩擦が実現できる硬質炭素皮膜の特定金属元素濃度を規定したものである。

【0014】すなわち、本発明に係る硬質炭素皮膜摺動部材は、請求項1に記載しているように、潤滑油中で使用される硬質炭素皮膜摺動部材において、少なくとも表面層に元素周期律表の第I Ib, III, IV, Va, VIa, VIIaおよびVII族のうちから選ばれる少なくとも1種の金属元素を5～70at%含むものとしたことを特徴としている。

【0015】そして、本発明に係る硬質炭素皮膜摺動部材においては、請求項2に記載しているように、金属元素の含有量が25～60at%の範囲であるものとすることができる。

【0016】また、請求項3に記載のように、前記金属元素がモリブデン(Mo), タングステン(W), ニオブ(Nb), チタン(Ti)および鉄(Fe)のうちか

ら選ばれるものと/orすることができ、請求項4に記載のように、硬質炭素皮膜摺動部材を構成する硬質炭素皮膜がスパッタリング、プラズマCVDあるいはイオンプレーティングにより作製されたダイヤモンドライカーボン膜(アモルファスカーボン膜)であるものと/orすることができる。

【0017】さらにまた、請求項5に記載のように、硬質炭素皮膜の厚さが0.5μm以上10μm以下であり、表面粗さがRa0.1μm以下かつ表面硬度がHv1000以上であるものと/orすることができる。

【0018】さらにまた、請求項6に記載のように、金属元素の含有量が25～60at%であり、硬質炭素皮膜の厚さが0.5μm以上10μm以下であり、表面粗さがRa0.1μm以下かつ表面硬度がHv1000以上であり、金属元素がモリブデン(Mo)であって硬質炭素皮膜摺動部材を構成する硬質炭素皮膜がイオンプレーティングにより作製されたダイヤモンドライカーボン膜(アモルファスカーボン膜)であるものと/orすることができる。

【0019】本発明による硬質炭素皮膜摺動部材は、請求項7に記載のように、内燃機関の動弁機構のアジャストティングシムあるいはバルブリフターに用いられるものと/orすることができる。

【0020】さらにまた、本発明による硬質炭素皮膜摺動部材は、請求項8に記載のように、鉱油および合成油を基油とし、モリブデンジチオカーバメートをモリブデン量として50～1000ppm、ジチオリン酸亜鉛をリン量として0.01～0.2wt%含む潤滑油中で使用されるものとしたり、請求項9に記載のように、鉱油および合成油を基油とし、硫化油脂、ポリサルファイド、硫化オレフィンなどのいおう(S)系添加剤を含み、そのいおう(S)成分の含有量が0.2wt%以上である潤滑油中で使用されるものとしたりすることができる。

【0021】

【発明の作用】本発明に係る硬質炭素皮膜摺動部材は、上記の構成と/orしたことにより、極圧添加剤が表面に吸着しやすくかつ反応生成物を表面に形成しやすくなり、潤滑油中で低摩擦な硬質炭素皮膜摺動部材と/orすることができる。たとえば、省燃費を目的としてエンジンオイルなどに使用されるような鉱油および合成油を基油とし、モリブデンジチオカーバメートをモリブデン量として50～1000ppm、ジチオリン酸亜鉛をリン量として0.01～0.2wt%を含む潤滑油中においては、従来の硬質炭素皮膜表面には潤滑油中に極圧添加剤として添加されているモリブデンジチオカーバメートおよびジチオリン酸亜鉛の添加剤皮膜が形成されず、従来の炭素皮膜を形成しない鋼製の摺動部材よりも摩擦係数が高くなっていたが、特定の金属、すなわち、元素周期律表の第I Ib, III, IV, Va, VIa, VII

aおよびV I I I 族のうちから選ばれる少なくとも1種の金属元素を5~70 a t %炭素皮膜に含有させることで潤滑油添加剤の皮膜が表面に形成され、低い摩擦係数が得られることとなる。

【0022】そして、硬質炭素皮膜表面の特定金属含有濃度が5 a t %未満であるとその低摩擦効果が得られず、70 a t %超過となると高面圧下での耐摩耗性が不足するようになるため、70 a t %を上限とした。

【0023】さらに好ましくは、特定金属元素含有量を25~60 a t %の範囲とすることが耐摩耗性、平滑性を損なうことなく、潤滑油中での低摩擦特性が得られることとなる。また、炭素皮膜に添加する金属元素は、元素周期律表第I I b, I I I, I V, V a, VI a, VII aおよびV I I I 族のうち、添加剤の反応皮膜形成を考慮した場合に、モリブデン(Mo), タングステン(W), ニオブ(Nb), チタン(Ti)および鉄(Fe)のうちから選ばれるものとすることが好ましい。

【0024】炭素皮膜の表面粗さについては、低摩擦特性と相手攻撃性を考慮して、Ra 0.1 μm以下とすることが好ましく、表面硬度は耐摩耗性が確保できるHv 1000以上とすることが好ましい。また、表面皮膜の膜厚については、0.5 μm未満であると密着強度が不足する傾向となり、10 μm超過となると膜内の残留応力が大きくなり、自然に剥離してしまう可能性があるため、膜厚は0.5~10 μmの範囲とすることが好ましい。

【0025】

【発明の効果】本発明による硬質炭素皮膜摺動部材によれば、潤滑油中で使用される硬質炭素皮膜摺動部材において、少なくとも表面層に元素周期律表の第I I b, I I I, I V, V a, VI a, VII aおよびV I I I 族のうちから選ばれる少なくとも1種の金属元素を5~70 a t %含むものとしたから、極圧添加剤が裏面に吸着しやすくかつ反応生成物を表面に形成しやすくなり、潤滑油中で低摩擦な硬質炭素皮膜摺動部材とすることが可能になるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0026】そして、請求項2に記載しているように、金属元素の含有量が25~60 a t %の範囲であるものとすることによって、耐摩耗性、平滑性を損うことなく、潤滑油中での低摩擦特性を得ることが可能になるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0027】そしてまた、請求項3に記載しているように、前記金属元素がモリブデン(Mo), タングステン(W), ニオブ(Nb), チタン(Ti)および鉄(Fe)のうちから選ばれるものとすることによって、添加剤の反応皮膜形成を考慮した場合に有効なものになることがあるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0028】さらにまた、請求項4に記載しているように、硬質炭素皮膜摺動部材を構成する硬質炭素皮膜がスパッタリング、プラズマCVDあるいはイオンプレーテ

ィングにより作製されたダイヤモンドライクカーボン膜(アモルファスカーボン膜)であるものとすることによって、高硬度で、表面が平滑で、耐摩耗性に優れ、それ自体のもつ固体潤滑性能により低摩擦係数で優れた低摩擦性能を有する硬質炭素皮膜とすることが可能であるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0029】さらにまた、請求項5に記載のように、硬質炭素皮膜の厚さが0.5 μm以上10 μm以下であるものとすることによって、膜厚が小さいことによる密着強度の低下を防ぐと共に膜厚が大きいことによる膜内の残留応力の増大を防ぐことが可能となり、また、表面粗さがRa 0.1 μm以下でかつ表面硬度がHv 1000以上であるものとすることによって、表面粗さが大きいことによる低摩擦特性の劣化と相手攻撃性の増大を防ぐことが可能となり、表面硬度をHv 1000以上とすることで良好な耐摩耗性が確保できるようになるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0030】さらにまた、請求項6に記載のように、金属元素の含有量が25~60 a t %であり、硬質炭素皮膜の厚さが0.5 μm以上10 μm以下であり、表面粗さがRa 0.1 μm以下でかつ表面硬度がHv 1000以上であり、金属元素がモリブデン(Mo)であって硬質炭素皮膜摺動部材を構成する硬質炭素皮膜がイオンプレーティングにより作製されたダイヤモンドライクカーボン膜(アモルファスカーボン膜)であるものとすることによって、潤滑剤中で低摩擦であって摺動特性により一層優れた摺動部材を提供することが可能であるという著大なる効果がもたらされる。

【0031】さらにまた、請求項7に記載のように、内燃機関の動弁機構のアジャスティングシムあるいはバルブリフターに用いることによって、内燃機関の動弁特性をより一層良好なものにすることが可能になるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0032】さらにまた、請求項8に記載のように、鉛油および合成油を基油とし、モリブデンジチオカーバメートをモリブデン量として50~1000 ppm、ジチオリン酸亜鉛をリン量として0.01~0.2 w t %含む潤滑油中で使用されるようになすことによって、潤滑油添加剤の皮膜が表面に形成され、低い摩擦係数を得ることが可能になるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0033】さらにまた、請求項9に記載のように、鉛油および合成油を基油とし、硫化油脂、ポリサルファイド、硫化オレフィンなどのいおう(S)系添加剤を含み、そのいおう(S)成分の含有量が0.2 w t %以上である潤滑油中で使用されるようになすことによって、潤滑油中での十分良好な低摩擦性能を実現することが可能になるという著しく優れた効果がもたらされる。

【0034】

【実施例】以下、本発明を実施例にて詳細に説明す

が、本発明は以下に示す実施例に限定されないことはいうまでもない。

【0035】(実施例1～7) 図1に示すような直径30mm、厚み4mmの円板基材11の上に硬質炭素皮膜12をコーティングした試験片10により、摩擦試験を行った。このときの試験片10は表1に示すような仕様で円板基材11の上に硬質炭素皮膜12を作製したものとした。

【0036】実施例1は浸炭鋼(JIS SCM415)よりなる基材11の表面をRa0.04μmの超仕上げ加工した後、炭化水素ガスを用いたプラズマCVD法により硬質炭素皮膜をコーティングしながら、Moをターゲット材料としたスパッタリング法を同一の真空容器内で行い炭素皮膜表面のMo濃度が27at%となるようにMo元素を炭素皮膜中に添加した。成膜後仕上げ加工無しで皮膜表面はRa0.09μmであった。

【0037】実施例2は基材11の表面をRa0.04μmに超仕上げ加工した後、プラズマCVD装置で炭化水素ガスを用いてダイヤモンドライクカーボン(DLC)皮膜12を基材11の上に成膜した後さらにWをターゲット材料としたスパッタリング法によりWをコーティングし、これを交互に繰り返して積層膜とすることで硬質炭素皮膜表面のW濃度が48at%となるようにW元素を炭素皮膜中に添加した。

【0038】実施例3～6は実施例1のMoターゲット材料の変わりに、それぞれの添加金属のFe、Ti、Cr、Wをターゲット材料として使用し、実施例1と同様の方法で炭素皮膜表面の添加金属濃度が表1の値となるように金属元素を炭素皮膜中に添加した。それぞれの硬質炭素皮膜の濃度は、実施例3でFe30at%、実施例4でTi25at%、実施例5でCr30at%、実施例6でW10at%であった。成膜後仕上げ加工無しでそれぞれの皮膜表面粗さはRa0.07～0.08μmであった。

【0039】実施例7は浸炭鋼(JIS SCM415)よりなる基材11の表面をRa0.04μmの超仕上げ加工した後、蒸発源としてグラファイトとモリブデン(Mo)を用いたイオンプレーティング法により硬質炭素皮膜をコーティングしながら、Moのコーティングを同一の真空容器内で行い炭素皮膜表面のMo濃度が40at%となるようにMo元素を炭素皮膜中に添加した。成膜後仕上げ加工無しでそれぞれの皮膜表面粗さはRa0.09μmであった。

【0040】(比較例1～5) 表1に示すような比較例の摺動部材を製作したうち、比較例1は浸炭鋼(JIS SCM415)よりなる基材11の表面をRa0.24μmに研削加工した摺動部材、比較例2は比較例1の摺動部材に更にイオンプレーティング法により2.0μ

mの膜厚を有する硬度Hv1500の窒化チタン(TiN)皮膜のコーティングを施した摺動部材、比較例3は浸炭鋼(JIS SCM415)よりなる基材11の表面をRa0.04μmの超仕上げ加工した後、プラズマCVD装置で炭化水素ガスを用いてダイヤモンドライクカーボン(DLC)皮膜12を基材11の上に成膜した摺動部材である。

【0041】さらに、比較例4は実施例6と同様の方法で表面のW濃度が2at%となるようにW元素を硬質炭素皮膜に添加した摺動部材、比較例5は実施例6と同様の方法で表面のW濃度が80at%となるようにW元素を硬質炭素皮膜に添加した摺動部材である。

(摩擦試験例) 摩擦試験装置としては図2(a)に示すようなピンオンディスクタイプの摩耗試験機20を用いて摩擦係数を計測した。この装置は回転軸21に回転自在に支持されたワークテーブル22が回転自在に配置され、このワークテーブル22に試験片摺動部材23を設置し、この試験片摺動部材23の上面側に外径φ5mm、長さ5mmのころ軸受用SUJ2ローラをピンとして用いて、ピン24を図2(b)に示すように3個配置し、スプリング25によって荷重P:1.0kgで押しつけるように構成されたものである。このとき、ピン24はホルダー24Hに回転できないよう固定されている。そして、回転軸21がモータ26に連結されてボールピン24に対して相対滑り速度0.01～1.0m/secで回転駆動され、ピン24と試験片摺動部材23との間で発生する摩擦力に応じたトルクをロードセル27で計測し、摩擦係数を算出するものとしている。また、試験片摺動部材23が潤滑油28L中に浸漬されるように、油浴槽28が設置され、図示しない油温コントロールユニットにより油温が80°Cとなるように設定されているものとした。

【0042】表1に各実施例および比較例の摺動部材を摩擦試験機20の試験片摺動部材23として配置し、潤滑油中で摩擦係数を測定した結果を示す。

【0043】試験条件は、3個のピン24への負荷荷重15kgf(面圧0.23GPa)、滑り速度0.03～1.0m/sec(30～1000rpm)で行った。潤滑油は、通常のエンジンオイル、鉛油を基油としモリブデンジチオカーバメートをモリブデン量として500ppm、ジチオリン酸亜鉛をリン量として0.12wt%を含む摩擦低減を目的としたエンジンオイル、および鉛油を基油とし、ポリサルファイト、硫化オレフィンのいおう(S)系添加剤を含み、潤滑油中のいおう(S)含有量が0.5wt%であるS系添加剤潤滑油を使用した。

【0044】

【表1】

| 区分 | 基材 | 皮膜処理 | 成膜法 | 金属および その添加量 (at%) | 膜厚 (μm) | 硬度 (HV) | 表面粗さRa (μm) | 摩擦係数 μ (0.5m/sec) | | |
|------|-----|-------------|-------------|-------------------------|------------|------------|----------------|-------------------|----------|----------------|
| | | | | | | | | エンジンオイル | ジオカーバメート | いおう系 添加剤含有油 |
| 実施例1 | 浸炭鋼 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD法 | Mo 27at% | 1.0 | 1300 | 0.05 | 0.081 | 0.058 | — |
| 実施例2 | 浸炭鋼 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD法 | W 48at% | 1.0 | 1150 | 0.09 | 0.079 | 0.039 | 0.078 |
| 実施例3 | 浸炭鋼 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD法 | Fe 30at% | 1.0 | 1300 | 0.07 | 0.095 | 0.043 | 0.081 |
| 実施例4 | 浸炭鋼 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD法 | Ti 25at% | 1.0 | 1200 | 0.07 | 0.091 | 0.055 | — |
| 実施例5 | 浸炭鋼 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD法 | Cr 35at% | 1.0 | 1300 | 0.08 | 0.095 | 0.061 | 0.085 |
| 実施例6 | 浸炭鋼 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD法 | W 10at% | 1.0 | 1400 | 0.08 | 0.090 | 0.060 | 0.087 |
| 実施例7 | 浸炭鋼 | 硬質炭素皮膜(DLC) | イオンプレーティング法 | Mo 40at% | 0.5 | 2300 | 0.09 | 0.071 | 0.038 | 0.077 |
| 比較例1 | 浸炭鋼 | 無し | — | — | — | — | 0.09 | 0.106 | 0.038 | — |
| 比較例2 | 浸炭鋼 | 窒化チタン(TiN) | イオンプレーティング法 | — | — | 1500 | 0.04 | 0.104 | 0.096 | — |
| 比較例3 | 浸炭鋼 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD法 | 無し | 1.0 | 1800 | 0.07 | 0.095 | 0.062 | 0.093 |
| 比較例4 | 浸炭鋼 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD法 | W 2at% | 1.0 | 1800 | 0.07 | 0.096 | 0.064 | 0.093 |
| 比較例5 | 浸炭鋼 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD法 | W 80at% | 1.0 | 850 | 0.08 | 剥離 | 剥離 | 剥離 |

【0045】表1および図3、図4、図5に示すすべり速度0.5m/s(500r/min)での摩擦係数の計測結果から判るように、特定の金属を添加した実施例1～7の硬質炭素皮膜は通常のエンジンオイル中では比較例1～5のいずれよりも低摩擦であり、添加剤反応皮膜が形成されることによる効果と考えられた。また、鉛油を基油としモリブデンジオカーバメートをモリブデン量として500ppm、ジオリン酸亜鉛をリン量として0.12wt%を含むエンジンオイル中の試験では、金属を添加しない比較例3の硬質炭素皮膜をコーティングした摺動部材に比べて、金属を含有した実施例1～7の硬質炭素皮膜摺動部材は低い摩擦係数を示し、実施例2および7の硬質炭素皮膜摺動部材は比較例1の摩擦係数と同等であり、硬質炭素皮膜へ金属を含有させることによって、鋼製摺動部材と同等の表面添加剤皮膜反応が生じるようになったものと考えられた。

【0046】これに対して、金属を含有しない比較例3や金属添加量が5at%未満の硬質炭素皮膜摺動部材や比較例2の摺動部材にあっては、相手材ピンには添加剤皮膜が生成されるものの、自身の表面には皮膜が生成されないため、比較例1や実施例のような摩擦の低減効果は得られないことが判った。

【0047】また、実施例2～7と比較例3、4の比較から、鉛油を基油としポリサルファイト、硫化オレフィンのいおう(S)系添加剤を含み、潤滑油中のいおう(S)含有量が0.5wt%であるS系添加剤潤滑油にあっても同様のことがいえる。

【0048】(実機試験例)実施例2および7の硬質炭素皮膜摺動部材を図6に示すような内燃機関の動弁機構のアジャスティングシム60に用いた場合のカム一つ当たりの摩擦損失トルクを計測した。このとき、トルク計測は図示していないカムシャフト軸52に取り付けられたトルク計で計測した。

【0049】図6に示す内燃機関の動弁機構において、吸気バルブ又は排気バルブ53はバルブガイド54に挿通され、バルブ53の軸端の上方にバルブリフター55が設置されている。また、シリンドヘッド56とバルブリフター55の間にバルブスプリング57がリテナ58とコッタ59によりバルブ53に固定され、バルブ53を閉じる方向にスプリング57による荷重を負荷している。さらにまた、バルブリフター55の上面には図に示すようにアジャスティングシム60が嵌合されており、カム51とのクリアランスが0.3mm程度となるようにアジャスティングシム60の厚さにより調整されている。さらに、カムシャフト軸52は図示していないクランクシャフトの駆動によりタイミングベルトを介して駆動される。そして、カムシャフト軸52が駆動することによりカム51が回転し、アジャスティングシム60と摺接し、バルブ53を往復運動させる機構となっている。このときの試験条件は、カム軸回転数300rpm(アイドリング時相当)、スプリングMax荷重50kgf、エンジン油温80°Cで、アジャスティングシム60と摺動する相手カム51の表面粗さは超仕上げ加工を施し、Ra 0.05μmに仕上げられているものとしている。

【0050】比較のために、従来使用されている比較例1および硬質炭素皮膜コーティングした比較例3の摺動部材を同様にアジャスティングシム60に用いた場合の損失トルクも同じ条件にて計測した。計測した結果を図5に示す。このとき、エンジンオイルは従来のエンジンオイル5W-30SJおよび5W-30相当粘度のモリブデンジオカーバメートをモリブデン量として500ppm、ジオリン酸亜鉛をリン量として0.12wt%を含むエンジンオイルを使用した。

【0051】図7に示す損失トルクの計測結果から判るように、ピンディスク摩擦試験と同様に、Hg値により

て実施例のアジャスティングシムは摩擦損失トルクが小さく、低摩擦性能に優れていることが認められた。そして特に、イオンプレーティング法を用いた実施例7はどちらのオイルにおいても低い摩擦トルクとなった。

【図面の簡単な説明】

【図1】円板基材の上に硬質炭素皮膜をコーティングした試験片の斜面説明図である。

【図2】本発明の評価に使用した摩擦試験機の断面説明図である。

【図3】摩擦試験機によるエンジンオイル中の摩擦係数計測結果を示すグラフである。

【図4】摩擦試験機によるMoジチオカーバメート添加剤油中の摩擦係数計測結果を示すグラフである。

【図5】摩擦試験機によるいおう添加剤油中の摩擦係数試験結果を示すグラフである。

【図6】内燃機関の動弁装置の断面説明図である。

【図7】摩擦損失トルク計測結果を示すグラフである。

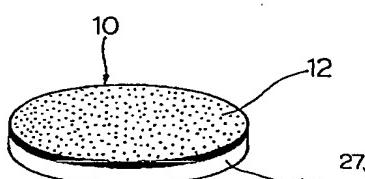
【符号の説明】

10 試験片

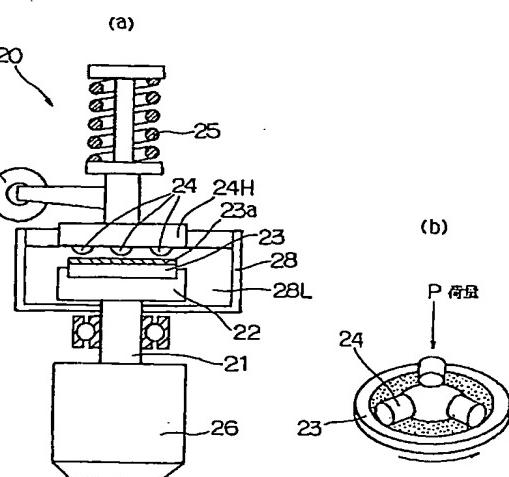
11 円板基材

12 硬質炭素皮膜

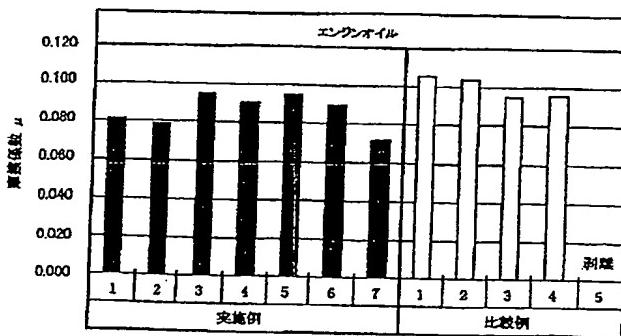
【図1】



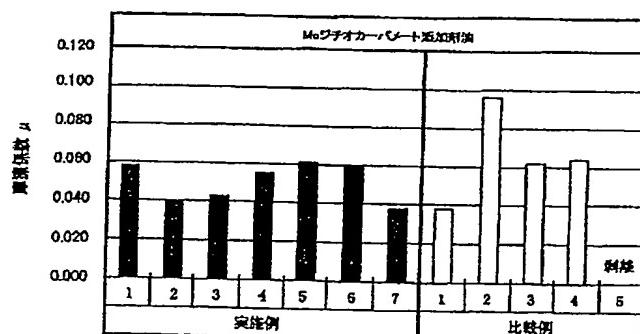
【図2】



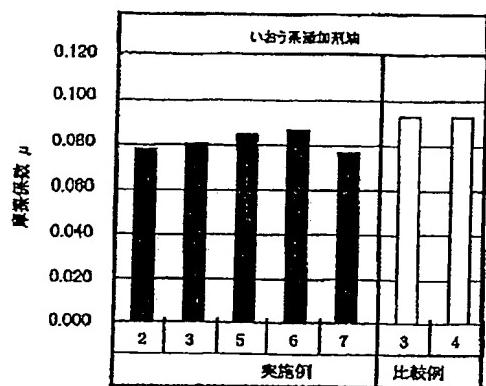
【図3】



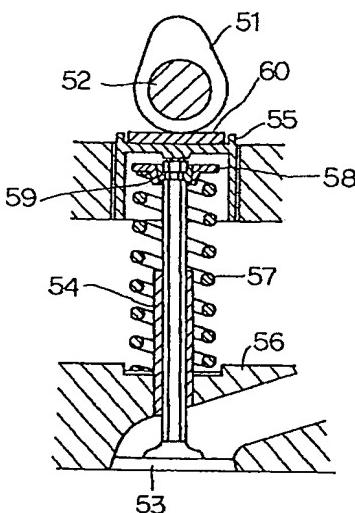
【図4】



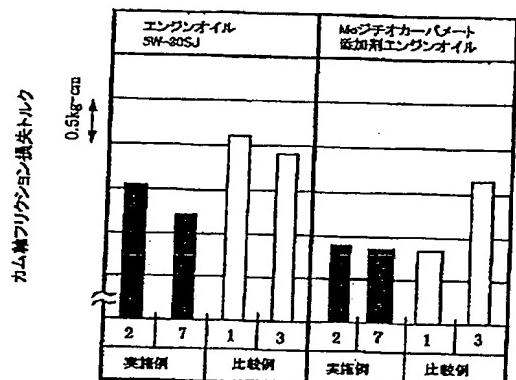
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7
C 10 M 135/20
137/10
C 23 C 14/06
16/27
F 01 L 1/14
1/20
F 16 C 33/12
33/24
// C 10 N 10:04
10:06
10:08
10:10
10:12

識別記号

F I
C 10 M 135/20
137/10
C 23 C 14/06
16/27
F 01 L 1/14
1/20
F 16 C 33/12
33/24
C 10 N 10:04
10:06
10:08
10:10
10:12

マークコード (参考)

A
F
B
A
A
Z

| | |
|-------|-------|
| 10:14 | 10:14 |
| 10:16 | 10:16 |
| 30:06 | 30:06 |
| 40:02 | 40:02 |
| 40:04 | 40:04 |
| 40:25 | 40:25 |

(72) 発明者 馬渕 豊

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G016 AA06 AA19 BA47 BB04 BB05
BB06 BB40 DA12 EA02 EA07
EA11 EA24 FA21 GA02
3J011 AA10 DA01 DA02 JA02 MA02
MA22 QA03 QA04 RA03 SB01
SB02 SB13 SB14 SE02
4H104 AA04A AA08C BG02C BG04C
BG10C BG12C BH07C DA02A
EB02 FA02 FA03 FA04 FA05
FA06 FA07 FA08 LA03 PA01
PA03 PA41
4K029 AA02 AA24 BA01 BA07 BA09
BA11 BA17 BA34 BB02 BD04
CA03 CA05 FA03
4K030 BA27 BA28 BB12 CA02 CA17
DA02 FA01 KA30 LA23

* NOTICES *

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the hard carbon coat slide member used in a lubricating oil -- setting -- at least -- a surface layer -- the [of a periodic table of the elements] -- at least one sort of metallic elements chosen from among IIb, III, IV, Va, VIa, VIIa, and a VIII group -- 5 - 70at% -- the hard carbon coat slide member characterized by containing.

[Claim 2] The hard carbon coat slide member according to claim 1 characterized by being the range whose content of a metallic element is 25 - 60at%.

[Claim 3] The hard carbon coat slide member according to claim 1 or 2 characterized by choosing a metallic element from among molybdenum (Mo), a tungsten (W), niobium (Nb), titanium (Ti), and iron (Fe).

[Claim 4] The hard carbon coat slide member according to claim 1 to 3 characterized by being the diamond-like carbon film (amorphous carbon film) with which the hard carbon coat which constitutes a hard carbon coat slide member was produced by sputtering, plasma CVD, or ion plating.

[Claim 5] The hard carbon coat slide member according to claim 4 which the thickness of a hard carbon coat is 0.5 micrometers or more 10 micrometers or less, and surface roughness is less than

[Ra0.1micrometer], and is characterized by surface hardness being 1000 or more Hv(s).

[Claim 6] The hard carbon coat slide member according to claim 1 characterized by the content of a metallic element being 25 - 60at%, the thickness of a hard carbon coat being 0.5 micrometers or more 10 micrometers or less, and surface roughness being less than [Ra0.1micrometer], and surface hardness being 1000 or more Hv(s), and being the diamond-like carbon film (amorphous carbon film) with which the hard carbon coat from which a metallic element is molybdenum (Mo) and constitutes a hard carbon coat slide member was produced by ion plating.

[Claim 7] The hard carbon coat slide member according to claim 1 to 6 characterized by being used for the adjusting SIMM or the valve lifter of a valve gear of an internal combustion engine.

[Claim 8] mineral oil and synthetic oil -- base oil -- carrying out -- molybdenum dithiocarbamate -- the amount of molybdenum -- carrying out -- 50-1000 ppm and dithiophosphate zinc -- the amount of Lynn -- carrying out -- 0.01 - 0.2wt% -- the hard carbon coat slide member according to claim 1 to 7 characterized by being used in the included lubricating oil.

[Claim 9] The hard carbon coat slide member according to claim 1 to 7 which makes mineral oil and synthetic oil base oil, and is characterized by being used in the lubricating oil whose content of the sulfur (S) component is more than 0.2wt% including (sulfur S) system additives, such as sulfurized oil fat, polysulfide, and a sulfuration olefin.

[Translation done.]



* NOTICES *

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention -- a hard carbon coat slide member -- it is especially used in lubricating oils, such as an engine oil and transmission oil, -- low -- it is related with a hard carbon coat slide member [****].

[0002]

[Description of the Prior Art] A hard carbon coat is amorphous-like a carbon film or a hydrogenation carbon film, and is also called a-C:H (amorphous carbon or hydrogenation amorphous carbon), i-C (eye carbon), and DLC (diamond-like carbon or Di-Elsie).

[0003] Vapor phase synthetic methods, such as a plasma-CVD method which carries out plasma decomposition of the hydrocarbon gas, and forms membranes, and ion beam vacuum deposition using carbon and hydrocarbon ion, the ion plating method which graphite etc. is evaporated by arc discharge and forms membranes are used for the formation.

[0004] A hard carbon coat is a high degree of hardness, and has the low friction engine performance in which the front face was smooth, excelled in abrasion resistance, and it excelled in low coefficient of friction from the solid-state lubricity. And coefficient of friction under non-lubrication of the hard carbon film is about 0.1 to coefficient of friction on the usual smooth front face of steel materials being 0.5-1.0 under non-lubrication.

[0005] current and these outstanding properties -- harnessing -- processing fixtures, such as cutting tools including a drill cutting edge, and a grinding tool, and plastic working -- public funds -- application to a mold, a valve cock, the moving part under non-lubrication like a capstan roller, etc. is achieved.

[0006] Moreover, also in machine parts, such as an internal combustion engine which slides in a lubricating oil, the demand of wanting to reduce mechanical loss as much as possible from the field of energy expenditure or an environmental problem is increasing, and low friction-ization by the hard carbon coat which has such solid-state lubricity by the severe part of the large sliding strip affair of friction loss especially is desired.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although it became a certain amount of low friction from the smooth nature when a moving part was coated with the conventional above-mentioned hard carbon film and it was made to slide in lubricating oils, such as engine oil and a transmission oil, the trouble that only the low friction engine performance equivalent to the slide member which carried out hard coat processing in which it did not have other solid-state lubricity, for example, the slide member which performed titanium nitride (TiN) and nitriding chromium (CrN) ion plating coat processing, was shown became clear. That is, in the conventional slide member by which hard carbon coat processing was carried out, although there was solid-state lubricity under non-lubrication, the problem that only the friction engine performance equivalent to the coat processing slide member which does not have the solid-state lubricity of equivalent surface roughness, or the steel components by which super-finishing processing was carried out was shown became clear.

[0008] for example, the iron steel materials which coefficient of friction of diamond-like carbon which is the hard carbon film is 0.10-0.12, and do not carry out coat processing by equivalent surface roughness when three 3/8 inch balls are pushed by the load of 1kgf in a lubricating oil and it lets it slide in the relative

velocity of 0.03 m/sec -- or in the nitriding chromium (CrN) ion plating processing film and a lubricating oil, it is equivalent coefficient of friction.

[0009] Generally, various extreme pressure additives are added by an engine oil and transmission oil for the purpose of wear-resistant improvement or the improvement in a friction property, and friction is mainly reduced on the front face of an iron steel slide member a metal and by generating the resultant of an additive on a sliding part front face by adsorption or sliding, or these additives aim at the effectiveness of controlling contact of metals and improving abrasion resistance, and are added.

[0010] However, in the conventional hard carbon coat slide member processed by the plasma-CVD method etc. if it was in the lubricating oil containing such an additive, the front face was stable, it was hard to produce adsorption of an oil additive and additive reaction film formation compared with the surface of metal which does not give a coat, and it turned out that the engine performance which an additive has cannot fully be pulled out.

[0011]

[Objects of the Invention] This invention is made paying attention to these troubles, is considering as the slide member which processed the hard carbon coat whose specific metal content in a carbon coat is 5 - 70at%, and aims at offering the slide member which the solid-state lubricity worked effectively and was excellent in abrasion resistance also in the lubricating oil with low friction.

[0012]

[Means for Solving the Problem] a specific metallic element content [in / in order to attain the above-mentioned purpose, as a result of inquiring wholeheartedly / a hard carbon coat] -- 5 - 70at% -- the low friction engine performance in the inside of a lubricating oil was made realizable by having considered as the configuration to include.

[0013] Although there is almost no report about the friction property of the hard carbon coat in the inside of this lubricating oil and it is the translation which had many unknown points, by this invention, it clarifies about the effect affect the friction property in the inside of the lubricating oil of the specific metallic element concentration contained in a hard carbon coat, and the specific metallic element concentration of the hard carbon coat which can realize low friction in a lubricating oil is specified.

[0014] namely, the hard carbon coat slide member used in a lubricating oil as the hard carbon coat slide member concerning this invention is indicated to claim 1 -- setting -- at least -- a surface layer -- the [of a periodic table of the elements] -- at least one sort of metallic elements chosen from among IIb, III, IV, Va, VIa, VIIa, and a VIII group -- 5 - 70at% -- it is characterized by containing.

[0015] And in the hard carbon coat slide member concerning this invention, as indicated to claim 2, the content of a metallic element shall be the range which is 25 - 60at%.

[0016] Moreover, it shall consider as the thing according to claim 3 as which said metallic element is chosen from among molybdenum (Mo), a tungsten (W), niobium (Nb), titanium (Ti), and iron (Fe) like, and shall be the diamond-like carbon film (amorphous carbon film) with which the hard carbon coat according to claim 4 which constitutes a hard carbon coat slide member like was produced by sputtering, plasma CVD, or ion plating.

[0017] It can consider as the thing according to claim 5 whose surface roughness the thickness of a hard carbon coat is 0.5 micrometers or more 10 micrometers or less, and is less than [Ra0.1micrometer] and whose surface hardness is 1000 or more Hv(s) like further again.

[0018] It shall be the diamond-like carbon film (amorphous carbon film) with which the hard carbon coat according to claim 6 from which the content of a metallic element is 25 - 60at%, the thickness of a hard carbon coat is 0.5 micrometers or more 10 micrometers or less like, and surface roughness is less than [Ra0.1micrometer], and surface hardness is 1000 or more Hv(s), and a metallic element is molybdenum (Mo) and constitutes a hard carbon coat slide member was produced by ion plating further again.

[0019] The hard carbon coat slide member by this invention can be made into the thing according to claim 7 used for the adjusting SIMM or the valve lifter of a valve gear of an internal combustion engine like.

[0020] The hard carbon coat slide member by this invention further again being according to claim 8 -- like -- mineral oil and synthetic oil -- base oil -- carrying out -- molybdenum dithiocarbamate -- the amount of molybdenum -- carrying out -- 50-1000 ppm and dithiophosphate zinc -- the amount of Lynn --

[carrying out -- 0.01 - 0.2wt% -- being used in the included lubricating oil **** -- being according to claim 9 -- like Mineral oil and synthetic oil shall be made into base oil, and it shall be used including (sulfur S) system additives, such as sulfurized oil fat, polysulfide, and a sulfuration olefin, in the lubricating oil whose

content of the sulfur (S) component is more than 0.2wt%.

[0021]

[Function of the Invention] having considered the hard carbon coat slide member concerning this invention as the above-mentioned configuration -- an extreme pressure additive -- a front face -- adsorbing -- easy -- and a resultant -- a front face -- forming -- being easy -- the inside of a lubricating oil -- low -- it becomes possible to consider as a hard carbon coat slide member [****]. For example, mineral oil and synthetic oil which are used for an engine oil etc. for the purpose of fuel efficiency are made into base oil. It is under [lubricating oil / which makes molybdenum dithiocarbamate the amount of molybdenum and contains 0.01 – 0.2wt% by making 50–1000 ppm and dithiophosphate zinc into the amount of Lynn] setting. Although coefficient of friction was high rather than the steel slide member which the additive coat of the molybdenum dithiocarbamate added as an extreme pressure additive in the lubricating oil and dithiophosphate zinc is not formed in the conventional hard carbon coat front face, and does not form the conventional carbon coat. The coat of lubricating oil additive is formed in a front face by making a 5–70at% carbon coat contain at least one sort of metallic elements chosen from among IIb, III, IV, Va, VIa, VIIa, and a VIII group. a specific metal, the [i.e., / of a periodic table of the elements], -- Low coefficient of friction will be obtained.

[0022] And the low friction effectiveness was not acquired as the specific metal content concentration of a hard carbon coat front face is less than [5at%], but 70at% was made into the upper limit in order for the abrasion resistance under high planar pressure to run short, if it becomes 70at% excess.

[0023] The low friction property in the inside of a lubricating oil will be acquired without making a specific metallic element content into the range of 25 – 60at% spoiling abrasion resistance and smooth nature still more preferably. moreover, the metallic element added to a carbon coat -- the [periodic-table-of-the-elements] -- when reaction coat formation of an additive is taken into consideration among IIb, III, IV, Va, VIa, VIIa, and a VIII group, it is desirable to be chosen out of from among molybdenum (Mo), a tungsten (W), niobium (Nb), titanium (Ti), and iron (Fe).

[0024] It is desirable to consider as less than [Ra0.1micrometer] in consideration of a low friction property and the partner aggression about the surface roughness of a carbon coat, and, as for surface hardness, it is desirable to be referred to as 1000 or more Hv(s) which can secure abrasion resistance.

Moreover, since the residual stress in the film may become large and it may exfoliate automatically if it becomes the inclination which runs short of adhesion reinforcement as it is less than 0.5 micrometers and becomes an excess of 10 micrometer about the thickness of a surface coat, as for thickness, it is desirable to consider as the range of 0.5–10 micrometers.

[0025]

[Effect of the Invention] In the hard carbon coat slide member which is used in a lubricating oil according to the hard carbon coat slide member by this invention at least -- a surface layer -- the [of a periodic table of the elements] -- at least one sort of metallic elements chosen from from among IIb, III, IV, Va, VIa, VIIa, and a VIII group -- 5 – 70at%, since it shall contain an extreme pressure additive -- a rear face -- adsorbing -- easy -- and a resultant -- a front face -- forming -- being easy -- the inside of a lubricating oil -- low -- the remarkably excellent effectiveness of becoming possible to consider as a hard carbon coat slide member [****] is brought about.

[0026] And the remarkably excellent effectiveness of becoming possible to acquire the low friction property in the inside of a lubricating oil is brought about, without spoiling abrasion resistance and smooth nature by being the range whose content of a metallic element is 25 – 60at%, as indicated to claim 2.

[0027] And as indicated to claim 3, when reaction coat formation of an additive is taken into consideration again by choosing said metallic element from from among molybdenum (Mo), a tungsten (W), niobium (Nb), titanium (Ti), and iron (Fe), the remarkably excellent effectiveness that it may become effective is brought about.

[0028] As indicated to claim 4, further again By being the diamond-like carbon film (amorphous carbon film) with which the hard carbon coat which constitutes a hard carbon coat slide member was produced by sputtering, plasma CVD, or ion plating By the high degree of hardness, a front face is smooth, it excels in abrasion resistance, and the remarkably excellent effectiveness that it is possible to consider as the hard carbon coat which has the low friction engine performance in which it excelled in low coefficient of friction by the solid-state lubricity ability which itself has is brought about.

[0029] When the thickness of a hard carbon coat considers as 0.5-micrometer or more thing it is [thing]

10 micrometers or less according to claim 5 like, further again While thickness prevents the fall of the adhesion reinforcement by the small thing, thickness becomes possible [preventing increase of the residual stress in the film by the large thing]. Surface roughness less than [Ra0.1micrometer] moreover, when surface hardness shall be 1000 or more Hv(s), [and] Surface roughness is enabled to prevent degradation of a low friction property and the increase of the partner aggression by the large thing, and the remarkably excellent effectiveness that good abrasion resistance can be secured now by setting surface hardness to 1000 or more Hv(s) is brought about.

[0030] The content of a metallic element is 25 – 60at% like the publication to claim 6 further again. The thickness of a hard carbon coat is 0.5 micrometers or more 10 micrometers or less, and surface roughness is less than [Ra0.1micrometer], and surface hardness is 1000 or more Hv(s). By being the diamond-like carbon film (amorphous carbon film) with which the hard carbon coat from which a metallic element is molybdenum (Mo) and constitutes a hard carbon coat slide member was produced by ion plating The effectiveness it is ineffective work size that it is possible to offer the slide member which is low friction in lubricant and was further excellent with the sliding property is brought about.

[0031] The remarkably excellent effectiveness of becoming possible to make an internal combustion engine's valve train property much more good is brought about like further again by [according to claim 7] using for the adjusting SIMM or the valve lifter of a valve gear of an internal combustion engine.

[0032] further -- again -- being according to claim 8 -- like -- mineral oil and synthetic oil -- base oil -- carrying out -- molybdenum dithiocarbamate -- the amount of molybdenum -- carrying out -- 50–1000 ppm and dithiophosphate zinc -- the amount of Lynn -- carrying out -- 0.01 – 0.2wt% -- by making as [use / in the included lubricating oil], the coat of lubricating oil additive is formed in a front face, and the remarkably excellent effectiveness of becoming possible to obtain low coefficient of friction is brought about.

[0033] The remarkably excellent effectiveness of become possible to realize the sufficiently good low friction engine performance in the inside of a lubricating oil be bring about by make mineral oil and synthetic oil into base oil, and make [like] further again including (sulfur S) system additives, such as sulfurized oil fat, polysulfide, and a sulfuration olefin, as [use / in the lubricating oil according to claim 9 whose content of the sulfur (S) component be more than 0.2wt%].

[0034] Example] It cannot be overemphasized that this invention is not hereafter limited to the example shown below although an example explains this invention to a detail.

[0035] (Examples 1–7) The diameter of 30mm as shown in drawing 1 , and the test piece 10 which coated the hard carbon coat 12 on the disk base material 11 with a thickness of 4mm performed the friction test. The test piece 10 at this time should produce the hard carbon coat 12 on the disk base material 11 by the specification as shown in Table 1.

[0036] Coating a hard carbon coat by the plasma-CVD method using hydrocarbon gas, after Ra0.04micrometer carried out super-finishing processing of the front face of the base material 11 which consists of cemented steel (JIS SCM415), the example 1 added Mo element in the carbon coat so that the sputtering method which used Mo as the target ingredient might be performed within the same vacuum housing and Mo concentration of a carbon coat front face might become 27at(s)%. The coat front face was Ra0.09micrometer without finish-machining after membrane formation.

[0037] After an example 2 carries out super-finishing processing of the front face of a base material 11 at Ra0.04micrometer, W is coated by the sputtering method which used W as the target ingredient further after forming the diamond-like carbon (DLC) coat 12 on a base material 11 using hydrocarbon gas with plasma-CVD equipment. W element was added in the carbon coat so that W concentration of a hard carbon coat front face might become 48at(s)% by repeating this by turns and considering as a cascade screen.

[0038] Examples 3–6 used Fe, Ti, Cr, and W of each addition metal for the change of Mo target ingredient of an example 1 as a target ingredient, and they added the metallic element in the carbon coat so that the addition metal concentration of a carbon coat front face might serve as a value of Table 1 by the same approach as an example 1. The concentration of each hard carbon coat was W10at% in the example 6 or 30at% in the example 5 Ti25at% by the example 4 Fe30at% at the example 3. Each coat surface roughness was 0.07–0.08 micrometers of Ra without finish-machining after membrane formation.

[0039] Coating a hard carbon coat by the ion plating method using graphite and molybdenum (Mo) as an

evaporation source, after Ra0.04micrometer carried out super-finishing processing of the front face of the base material 11 which consists of cemented steel (JIS SCM415), the example 7 added Mo element in the carbon coat so that coating of Mo might be performed within the same vacuum housing and Mo concentration of a carbon coat front face might become 40at(s)%. Each coat surface roughness was Ra0.09micrometer without finish-machining after membrane formation.

[0040] The time of having manufactured the slide member of the example of a comparison as shown in table 1, (Examples 1–5 of a comparison) The slide member which carried out the grinding process of the front face of the base material 11 with which the example 1 of a comparison consists of cemented steel (JIS SCM415) to Ra0.24micrometer, The slide member which performed coating of the titanium nitride (TiN) coat of the degree of hardness Hv1500 to which the example 2 of a comparison has 2.0-micrometer thickness by the ion plating method further in the slide member of the example 1 of a comparison, The example 3 of a comparison is the slide member which formed the diamond-like carbon (DLC) coat 12 on the base material 11 using hydrocarbon gas with plasma-CVD equipment, after Ra0.04micrometer carries out super-finishing processing of the front face of the base material 11 which consists of cemented steel (JIS SCM415).

[0041] Furthermore, they are the slide member which added W element to the hard carbon coat so that surface W concentration might become 2at(s)% by the approach as an example 6 that the example 4 of a comparison is the same, and the slide member which added W element to the hard carbon coat so that surface W concentration might become 80at(s)% by the approach as an example 6 that the example 5 of a comparison is the same.

(Example of a friction test) Coefficient of friction was measured using the abrasion tester 20 of a pin-on disk type as shown in drawing 2 (a) as friction test equipment. This equipment is arranged free [rotation of the work table 22 supported by the revolving shaft 21 free / rotation], installs the test piece slide member 23 in this work table 22, uses outer-diameter phi5mm and SUJ2 roller for roller bearing with a die length of 5mm for the top-face side of this test piece slide member 23 as a pin, as shown in drawing 2 (b), it arranges three pins 24, and it is constituted so that it may push by P:1.0kg of loads with a spring 25. At this time, the pin 24 is being fixed, respectively so that it cannot rotate to electrode-holder 24H. And the torque according to the frictional force which connects with a motor 26, a rotation drive is carried out by relative sliding velocity 0.01 – 1.0 m/sec to a ball pin 24, and a revolving shaft 21 generates between a pin 24 and the test piece slide member 23 shall be measured by the load cell 27, and coefficient of friction shall be computed. Moreover, it shall be set up so that an oil temperature may become 80 degrees C by the oil-temperature control unit which the oil bath tub 28 is installed and the test piece slide member 23 does not illustrate so that it may be immersed into lubricating oil 28L.

[0042] The slide member of each example and the example of a comparison is arranged as a test piece slide member 23 of a friction tester 20 to Table 1, and the result of having measured coefficient of friction in the lubricating oil is shown.

[0043] The test condition was performed by load load 15kgf (planar pressure 0.23GPa) to three pins 24, and sliding velocity 0.03 – 1.0 m/sec (30 – 1000rpm). By making the usual engine oil and mineral oil into base oil, and making molybdenum dithiocarbamate into the amount of molybdenum, the lubricating oil made base oil 500 ppm, the engine oil aiming at the friction reduction which contains 0.12wt(s)% by making dithiophosphate zinc into the amount of Lynn, and mineral oil, and S system additive lubricating oil whose sulfur (S) content in a lubricating oil is 0.5wt(s)% was used for it including the (sulfur S) system additive of polysulfide and a sulfuration olefin.

[0044]

[Table 1]

| 区分 | 基材 | 皮膜処理 | 成膜法 | 金属および その添加量 (at%) | 膜厚 (μm) | 硬度 (HV) | 表面粗さRa (μm) | 摩擦係数 μ (0.5m/sec) | | |
|------|-----|-------------|-------------|-------------------------|------------|------------|----------------|-------------------|-----------|----------------|
| | | | | | | | | エンジンオイル | ジチオカーバメート | いおう系 添加剤含有油 |
| 実施例1 | 滑走部 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD 法 | Mo 27at% | 1.0 | 1300 | 0.05 | 0.081 | 0.058 | — |
| 実施例2 | 滑走部 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD 法 | V 48at% | 1.0 | 1150 | 0.09 | 0.079 | 0.039 | 0.078 |
| 実施例3 | 滑走部 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD 法 | Fe 30at% | 1.0 | 1300 | 0.07 | 0.095 | 0.043 | 0.081 |
| 実施例4 | 滑走部 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD 法 | Ti 25at% | 1.0 | 1200 | 0.07 | 0.091 | 0.055 | — |
| 実施例5 | 滑走部 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD 法 | Cr 35at% | 1.0 | 1300 | 0.08 | 0.095 | 0.061 | 0.085 |
| 実施例6 | 滑走部 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD 法 | V 10at% | 1.0 | 1400 | 0.08 | 0.090 | 0.060 | 0.087 |
| 実施例7 | 滑走部 | 硬質炭素皮膜(DLC) | イオンプレーティング法 | Mo 40at% | 0.5 | 2300 | 0.09 | 0.071 | 0.038 | 0.077 |
| 比較例1 | 滑走部 | 無し | — | — | — | — | 0.09 | 0.106 | 0.038 | — |
| 比較例2 | 滑走部 | 窒化チタン(TiN) | イオンプレーティング法 | — | — | 1500 | 0.04 | 0.104 | 0.096 | — |
| 比較例3 | 滑走部 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD 法 | 無し | 1.0 | 1800 | 0.07 | 0.095 | 0.062 | 0.093 |
| 比較例4 | 滑走部 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD 法 | V 2at% | 1.0 | 1800 | 0.07 | 0.096 | 0.064 | 0.093 |
| 比較例5 | 滑走部 | 硬質炭素皮膜(DLC) | プラズマCVD 法 | V 80at% | 1.0 | 850 | 0.08 | 剥離 | 剥離 | 剥離 |

[0045] In the usual engine oil, rather than any of the examples 1–5 of a comparison, the hard carbon coat of the examples 1–7 which added the specific metal is low friction, and was considered to be the effectiveness by an additive reaction coat being formed so that the measurement result of coefficient of friction in sliding-velocity 0.5 m/s (500rpm) shown in Table 1 and drawing 3, drawing 4, and drawing 5 might show. moreover, in the trial in the engine oil which makes mineral oil base oil, makes molybdenum dithiocarbamate the amount of molybdenum, and contains 0.12wt(s)% by making 500 ppm and dithiophosphate zinc into the amount of Lynn It compares with the slide member which coated the hard carbon coat of the example 3 of a comparison which does not add a metal. By the hard carbon coat slide member of the examples 1–7 containing a metal showing low coefficient of friction, and the hard carbon coat slide member of examples 2 and 7 being equivalent to coefficient of friction of the example 1 of a comparison, and making a metal contain to a hard carbon coat It was thought that a surface additive coat reaction equivalent to a steel slide member came to arise.

[0046] On the other hand, since a coat was not generated on the surface of self although an additive coat is generated by the partner material pin if the example of comparison 3 metallurgy group addition which does not contain a metal is in the hard carbon coat slide member below 5at%, or the slide member of the example 2 of a comparison, it turned out that the reduction effectiveness of friction like the example 1 of a comparison or an example is not acquired.

[0047] Moreover, from the comparison of examples 2–7 and the examples 3 and 4 of a comparison, even if it makes mineral oil into base oil and is in S system additive lubricating oil whose sulfur (S) content in a lubricating oil is 0.5wt(s)% including the (sulfur S) system additive of polysulfide and a sulfuration olefin, the same thing can say.

[0048] (Example of a system trial) Even the cam at the time of using for adjusting SIMM 60 of the valve gear of an internal combustion engine as shows the hard carbon coat slide member of examples 2 and 7 to drawing 6 measured the friction loss torque of a hit. At this time, torque measurement was measured with the torque meter attached in the cam-shaft shaft 52 which is not illustrated.

[0049] In the valve gear of the internal combustion engine which shows drawing 6, an intake valve or the exhaust air bulb 53 is inserted in a valve guide 54, and the valve lifter 55 is installed above the axis end of a bulb 53. Moreover, a valve spring 57 is fixed to a bulb 53 by a retainer 58 and the cotter 59 between the cylinder head 56 and a valve lifter 55, and the load of the load by the spring 57 is carried out in the direction which closes a bulb 53. As shown in drawing, fitting of adjusting SIMM 60 is carried out to the top face of a valve lifter 55 further again, and it is adjusted by the thickness of adjusting SIMM 60 so that path clearance with a cam 51 may be set to about 0.3mm. Furthermore, the cam-shaft shaft 52 is driven through a timing belt by the drive of the crankshaft which is not illustrated. And when the cam-shaft shaft 52 drives, a cam 51 rotates, and it ***s to adjusting SIMM 60, and has become the device in which a bulb 53 is made to reciprocate. The test conditions at this time shall be cam shaft engine-speed 300rpm (this [idling tense]), spring Max load 50kgf, and 80 degree C of engine oil **, the surface roughness of adjusting

SIMM 60 and the partner cam 51 which slides should perform super-finishing processing, and Ra0.05micrometer shall be made.

[0050] The loss torque at the time of using similarly for adjusting SIMM 60 the slide member of the example 1 of a comparison currently conventionally used for the comparison and the example 3 of a comparison which carried out hard carbon coat coating was also measured on the same conditions. The measured result is shown in drawing 5. At this time, the engine oil used the engine oil which makes the molybdenum dithiocarbamate of conventional engine-oil 5W-30SJ and W-30 5 about viscosity the amount of molybdenum, and contains 0.12wt(s)% by making 500 ppm and dithiophosphate zinc into the amount of Lynn.

[0051] Like the pin disk friction test, compared with the example of a comparison, the adjusting SIMM of an example had small friction loss torque, and having excelled in the low friction engine performance was admitted so that the measurement result of a loss torque shown in drawing 7 might show. And especially the example 7 using the ion plating method became low friction torque also in which oil.

[Translation done.]